



BEST AVAILABLE COPY

Taiwanese Patent Application No. 92120501

#### ABSTRACT OF DISCLOSE

This invention provides a method for growing Ge epitaxial layers on Si substrate and subsequently growing a GaAs layer on Ge film using ultra-high vacuum chemical vapor deposition(UHVCVD) and metal organic chemical vapor deposition(MOCVD).

This invention also provides a method, based on the principles of strained interfaces blocking the threading dislocation generated from the Ge epitaxial layers, to reduce the total thickness, dislocation density and surface roughness on the Ge epitaxial layers.

Firstly, precleaning the Si substrate in a standard cleaning procedure, dipping it with HF solution and prebaking to remove its native oxidized layer. Then, growing a high Ge-contained epitaxial layer, such as  $\text{Si}_{0.1}\text{Ge}_{0.9}$ , in a thickness of  $0.8\ \mu\text{m}$  on said Si substrate using ultra-high vacuum chemical vapor deposition under certain conditions. During the period of growing, many dislocations are generated and located near the interface and in the low part of  $\text{Si}_{0.1}\text{Ge}_{0.9}$ , due to the large mismatch between this layer and Si substrate.

Furthermore, a subsequent  $0.8\ \mu\text{m}$   $\text{Si}_{0.05}\text{Ge}_{0.95}$  layers, and optionally a further  $0.8\ \mu\text{m}$   $\text{Si}_{0.02}\text{Ge}_{0.98}$  layer, are grown. The formed strained interfaces of said layers can bend and terminate the propagated upward dislocation very effectively. Then, a film of Ge is grown on said uppermost epitaxial layer.

Finally an additional GaAs layer is grown on Ge film by MOCVD.

【19】中華民國

【12】專利公報 (B)

【11】證書號數：I221001

【45】公告日：中華民國 93 (2004) 年 09 月 11 日

【51】Int. Cl.<sup>7</sup>：H01L21/20

發明

全 5 頁

【54】名稱：在矽鍺磊晶片上成長砷化鎵磊晶之方法

A METHOD FOR GROWING A GAAS EPITAXIAL LAYER ON  
GE/GES/ SI SUBSTRATE

【21】申請案號：092120501

【22】申請日期：中華民國 92 (2003) 年 07 月 28 日

【72】發明人：

張翼

羅廣禮

楊宗煒

張俊彥

CHANG, EDWARD Y.

LUO, GUANGLI

YANG, TSUNG-HSI

CHANG, CHUN-YEN

【71】申請人：

國立交通大學  
新竹市東區大學路一〇〇一  
號

NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY

【74】代理人：何金鎧 先生

何秋遠 先生

1

2

[57]申請專利範圍：

1.一種於矽鍺晶片上成長砷化鎵磊晶之方法，包括：

(1)提供一潔淨平坦之矽晶片；

(2)成長具有特定厚度之第一矽鍺磊晶層，使其容納大量因晶格失配所產生的線差排於該層底部及界面處；

(3)進行第一矽鍺磊晶層之即時高溫退火，以降低線差排密度；

(4)成長第二及視需要之第三矽鍺磊

晶層，使其產生之應變界面阻擋第一磊晶層向上傳遞之線差排，並於兩次成長期間進行即時高溫退火；

(5)於步驟(4)之最上層磊晶表面，成長一純鍺薄膜；及

(6)最後，在純鍺薄膜上，成長一砷化鎵磊晶；

其中，磊晶係於 350 至 650℃、成長氣體壓力 20 至 100 毫托下，步驟(1)至(5)以超高真空化學氣相磊晶法進

- 行成長，而步驟(6)之磊晶係以金屬有機化學氣相磊晶法進行成長；又，即時高溫退火處理係在 650 至 800°C 下進行 0.25 至 1 小時。
2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中步驟(1)矽晶片係以標準清洗步驟潔淨，經 10% 氫氟酸溶液浸濕，並於 800°C 下預烘 10 分鐘以去除氧化層。
  3. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中第一矽鍺磊晶層為至少 0.1 微米以上之  $\text{Si}_{0.1}\text{Ge}_{0.9}$ 。
  4. 如申請專利範圍第 1 或 3 項之方法，其中第一矽鍺磊晶層為 0.5 至 0.8 微米之  $\text{Si}_{0.1}\text{Ge}_{0.9}$ 。
  5. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中第二矽鍺磊晶層為至少 0.1 微米以上之  $\text{Si}_{0.05}\text{Ge}_{0.95}$ 。
  6. 如申請專利範圍第 1 或 5 項之方法，其中第二矽鍺磊晶層為 0.5 至 0.8 微米之  $\text{Si}_{0.05}\text{Ge}_{0.95}$ 。
  7. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中視需要之第三矽鍺磊晶層為至少 0.1 微米以上之  $\text{Si}_{0.02}\text{Ge}_{0.98}$ 。
  8. 如申請專利範圍第 1 或 7 項之方法，其中視需要之第三矽鍺磊晶層為 0.5 至 0.8 微米之  $\text{Si}_{0.02}\text{Ge}_{0.98}$ 。
  9. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中第一矽鍺磊晶層之鍺含量可為 70 至 90%。
  10. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中第二矽鍺磊晶層之鍺含量可為 80 至 95%。
  11. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中磊晶成長溫度係於 400°C 下進行。
  12. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中即時高溫退火係於 750°C 下進行至少 15 分鐘。
  13. 如申請專利範圍第 1 或 12 項之方法，其中即時高溫退火之氛圍為氫氣、退火之氣體壓力為 20 毫托。

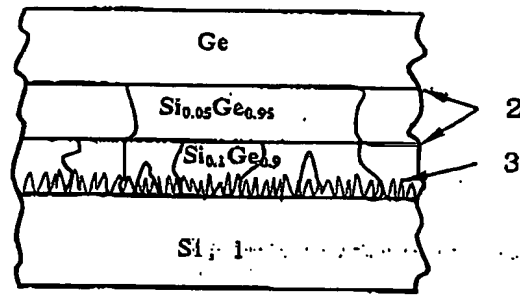
14. 一種於矽鍺磊晶片上成長砷化鎳磊晶之方法，包括：
  - (1) 提供一潔淨平坦之矽晶片；
  - (2) 成長具有特定厚度且鍺含量至少 70% 以上之第一矽鍺磊晶層；
  - (3) 進行矽晶片與第一矽鍺磊晶層之即時高溫退火；
  - (4) 成長鍺含量更高之第二矽鍺磊晶層及視需要之第三矽鍺磊晶層，並於兩次成長期間進行即時高溫退火；
  - (5) 於步驟(4)之最上層磊晶表面上，成長一純鍺薄膜；
  - (6) 最後，在純鍺薄膜上，成長一砷化鎳磊晶；
 其中，步驟(1)至(5)磊晶層之鍺含量由第一矽鍺磊晶層、第二矽鍺磊晶層、視需要之第三矽鍺磊晶層至最上層之純鍺薄膜，係呈階梯式增加，係於 350 至 650°C、成長氣體壓力 20 至 100 毫托下，以超高真空化學氣相磊晶法進行成長，而步驟(6)之磊晶係以金屬有機化學氣相磊晶法進行成長；又，即時高溫退火處理係在 650 至 800°C 下進行 0.25 至 1 小時。
15. 如申請專利範圍第 14 項之方法，其中步驟(1)矽晶片係以標準清洗步驟潔淨，經 10% 氫氟酸溶液浸濕，並於 800°C 下預烘 10 分鐘以去除氧化層。
16. 如申請專利範圍第 14 項之方法，其中第一矽鍺磊晶層為至少 0.1 微米以上之  $\text{Si}_{0.1}\text{Ge}_{0.9}$ 。
17. 如申請專利範圍第 14 或 16 項之方法，其中第一矽鍺磊晶層為 0.5 至 0.8 微米之  $\text{Si}_{0.1}\text{Ge}_{0.9}$ 。
18. 如申請專利範圍第 14 項之方法，其中第二矽鍺磊晶層為至少 0.1 微米以上之  $\text{Si}_{0.05}\text{Ge}_{0.95}$ 。

- 19.如申請專利範圍第 14 或 18 項之方法，其中第二矽鍺磊晶層為 0.5 至 0.8 微米之  $\text{Si}_{0.05}\text{Ge}_{0.95}$ 。
- 20.如申請專利範圍第 14 項之方法，其中視需要之第三矽鍺磊晶層為至少 0.1 微米以上之  $\text{Si}_{0.02}\text{Ge}_{0.98}$ 。
- 21.如申請專利範圍第 14 或 20 項之方法，其中視需要之第三矽鍺磊晶層為 0.5 至 0.8 微米之  $\text{Si}_{0.02}\text{Ge}_{0.98}$ 。
- 22.如申請專利範圍第 14 項之方法，其中第一矽鍺磊晶層之鍺含量可為 70 至 90%。
- 23.如申請專利範圍第 14 項之方法，其中第二矽鍺磊晶層之鍺含量可為 80 至 95%。
- 24.如申請專利範圍第 14 項之方法，其中磊晶成長溫度係於 400℃ 下進行。
- 25.如申請專利範圍第 14 項之方法，其中即時高溫退火係於 750℃ 下進行至少 5 分鐘。
- 26.如申請專利範圍第 14 或 25 項之方法，其中即時高溫退火之氛圍為氮氣、退火之氣體壓力為 20 毫托。
- 27.一種砷化銻磊晶半導體構造，包含一矽晶片，一鍺含量至少 70% 之第一矽鍺磊晶層，一較高鍺含量之第二矽鍺磊晶層，及視需要之第三矽鍺磊晶層且其鍺含量比第二矽鍺磊晶層更高，一純鍺之薄膜，及最上層為一砷化銻磊晶層，其特徵在於：第一矽鍺磊晶層可容納因大量晶格失配而產生之線差排於該層底部及界面，而第二矽鍺磊晶層及視需要之第三矽鍺磊晶層可利用其應變界面阻擋該第一矽鍺磊晶層線差

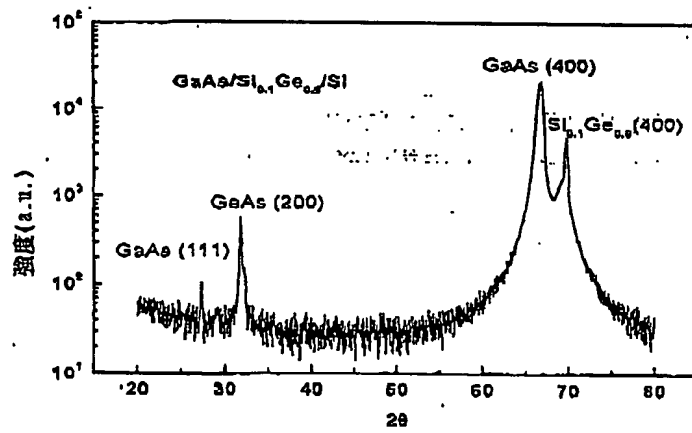
排之往上传遞。

- 28.一種砷化銻磊晶半導體構造，包含一矽晶片，一鍺含量至少 70% 之第一矽鍺磊晶層，一較高鍺含量之第二矽鍺磊晶層，及視需要之第三矽鍺磊晶層且其鍺含量比第二矽鍺磊晶層更高，一純鍺之薄膜，及最上層為一砷化銻磊晶層，其特徵在於：矽鍺磊晶層中之鍺含量相對於磊晶層之厚度係呈階梯式增加，在不計砷化銻層厚度下，總磊晶層厚度可控制不大於 3.0 微米。
  - 29.一種砷化銻磊晶半導體構造，包含一矽晶片，一鍺含量至少 70% 之第一矽鍺磊晶層，一較高鍺含量之第二矽鍺磊晶層，及視需要之第三矽鍺磊晶層且其鍺含量比第二矽鍺磊晶層更高，一純鍺之薄膜，及最上層為一砷化銻磊晶層，其特徵在於：利用申請專利範圍第 1 或 14 項之方法，線差排密度可控制不大於  $10^6/\text{cm}^2$ 。
- 圖式簡單說明：
- 第 1 圖為依據本發明之矽鍺磊晶成長機制示意圖，其表示該線差排的侷限化控制與應變界面界面阻擋技術之機制；
- 第 2 圖為依據本發明實施樣品之砷化銻/矽鍺緩衝層/矽之 XRD 圖，分析結果顯示利用矽鍺緩衝層成長出來之砷化銻，其單晶品質良好。
- 第 3 圖為依據本發明實施樣品之橫截面高解析穿透電子顯微鏡照片，其顯示在砷化銻磊晶上成長之砷化銻原子排列整齊，單晶品質良好。

(4)



第 1 圖



第 2 圖

(5)



第 3 圖

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**